

I

Na podstawie wypowiedzi Autora
- redakcja nieostateczna

BENEDYKT BORNSTEIN

Teoria akustyczna układu periodycznego pierwiastków chemicznych

Od lat prawie dwudziestu w układzie periodycznym pierwiastków chemicznych rolę decydującą odgrywa tzw. liczba porządkowa pierwiastka, wyrażająca w elementarnych jednostkach dodatni ładunek jądra atomowego,wzgl. ilość elektronów ujemnych,otaczających to jądro. Liczba ta wskazuje kolejne miejsce pierwiastkom chemicznym w układzie periodycznym,poczynając od wodoru (1),skończywszy na uranie (92). Lecz z drugiej strony nieodłącznym od samego pojęcia periodycznego systemu jest pojęcie wartościowości pierwiastków,cechy podstawowej dla ich chemicznego aspektu,decydującej bowiem o typie i właściwościach połączeń danego pierwiastka. Ta właśnie cecha - wartościowość - jest tylko ośmiokrotnie zróżnicowana i dlatego też system pierwiastków,ażeby zdać z niej sprawę,nie przebiega prostolinijnie,nie tworzy jednego tylko szeregu, lecz periodycznie zawraca i tworzy nowe szeregi w ten sposób,by pierwiastki o tej samej wartościowości znalazły się jedne pod drugimi i stanowiły tę samą grupę pionową. Grup takich system periodyczny zawiera osiem (od I do O-VIII),zgodnie z ośmiokrotnym zróżnicowaniem wartościowości.

Mamy wię w istocie.rzeczy dwie odrębne charakterystyki,dążące do wyznaczenia miejsca pierwiastkowi chemicznemu w układzie periodycznym: 1) liczbę porządkową i 2) wartościowość pierwiastka w połączeniu z szeregiem,do którego on należy; jeżeli zaś chodzi o pierwiastki danego już szeregu,to druga charakterystyka sprowadza się do samej już wartościowości pierwiastka. Sprawa nie przedstawiałaby trudności,gdyby obie te charakterystyki były sobie równoważne,jedno-jednoznacznie sobie przyporządkowane,to znaczy,gdyby z daną liczbą porządkową zawsze była związana jedna tylko charakterystyka według wartości i szeregu,i odwrotnie: z daną charakterystyką według wartości i szeregu - jedna tylko liczba porządkowa. Tak jednak nie jest. Przeciwnie,znamy zupełną rozbieżność tych charakterystyk,rozbieżność,która zachodzi na dłuższym odcinku w grupie tzw. ziem rzadkich od lantanu (liczba porządkowa 57) do lutecjum (liczba porządkowa 71). Jednej wartościowości odpowiada tu cały szereg kolejnych liczb porządkowych tych pierwiastków.

Która z powyższych dwóch charakterystyk jest bardziej istotna, trafniej wyraża istotę pierwiastka chemicznego? Wydaje się,że co do tego nie może być obecnie dwóch zdań,gdyż liczba porządkowa tak głęboko zdaje się być ugruntowana w istocie atomu,a funkcje jej tak daleko się-

gają (prawo Moseleya),że chcieć walczyć z jej wszechwładzą w układzie periodycznym zakrawa na zuchwalstwo. A jednak liczba ta - jak wiemy - prowadzi do konfliktu z zasadniczą cechą pierwiastka chemicznego,jego wartościowością,usuwa ją na plan dalszy,a wraz z tym wprowadza zakłócenia do normalnej struktury układu periodycznego,który najistotniej jest związany właśnie z wartościowością pierwiastków chemicznych.

Jeżeli tedy chcemy zachować dla wartościowości pierwiastków miejsce naczelne - to miejsce,które jej niewątpliwie w chemii przynależy - jeżeli chcemy w ten sposób usunąć z układu periodycznego nienormalności,które go trapią,musimy poddać analizie krytycznej to skądinąd tak zasłużone pojęcie liczby porządkowej,zrozumieć jego naturę i określić granice jego znaczenia i wartości. W tym celu bliżej musimy przede wszystkim rozpatrzyć najbardziej nienormalne i bolesne miejsce układu periodycznego,grupę ziem rzadkich.

I. Grupa ziem rzadkich a dwojakiego rodzaju tworzenie się sfer elektronowych.

Grupa ziem rzadkich od lantanu (57) do lutecjum (71) włącznie należy do szóstego okresu układu periodycznego; pierwszy jej przedstawiciel lantan jest trzecim pierwiastkiem tego okresu,jeżeli szlachetny ksenon (54) uważać za końcowy element okresu poprzedzającego. Wszystkie pierwiastki,należące do tej grupy,odznaczają się niezwykłym podobieństwem wzajemnym wbrew panującej w układzie periodycznym normie,według której pierwiastki sąsiadujące z sobą w szeregu,a więc opatrzone kolejnymi numerami porządkowymi,wykazują wybitne różnice,jako należące do rozmaitych grup wartościowości. Otóż to niezwykłe podobieństwo wszystkich tych pierwiastków kolejnych znajduje objaśnienie w tym właśnie,że wszystkie one - mimo różnych liczb porządkowych - posiadają tę samą wartościowość i należą wobec tego do tej samej grupy wartościowości (trzeciej)x). Ten fakt anormalny,że w szeregu pierwiastków ziem rzadkich przy zwiększaniu się liczb porządkowych wartościowość ich pozostaje mimo to ta sama,przedstawia się w świetle budowy sfery elektronowej atomu i elektronowej teorii wartości w ten sposób,że przy przejściu od jednego z tych pierwiastków do następnego dodatkowy elektron wzbogaca nie warstwy powierzchniowe atomu (dołączanie się,które będziemy nazywali "zewnętrznym"),lecz odkłada się w jego głębszych warstwach elektronowych (dołączanie się,które będziemy nazywali "wewnętrznym"). Anormalność ta okazuje się uwarunkowana przez całkowicie odbiegające od normy tworzenie się obwodu elektronowego: normalnie przejście do pierwiastka następnego połączone jest z przyłączeniem się nowego elektronu do powierzchniowej warstwy elektronowej; odbiega już nieco od normy przy-

x)Przy czym 4 pierwiastki tej grupy posiadają wartościowość zmienną.

łączanie się nowego elektronu do przedostatniej warstwy jego obwodu; natomiast w naszym przypadku sprawa przedstawia się całkowicie inaczej; tak że obie warstwy elektronowe, ostatnia i przedostatnia (warstwy wartościowości[x]) pozostają te same. To nam objaśnia zarówno tożsamość wartościowości jak i odmienność liczb porządkowych w szeregu pierwiastków ziem rzadkich.

W szczegółach rzecz się tak przedstawia. Pierwszy z pierwiastków naszej grupy lantan (57) w stosunku do poprzedzającego go baru (56) wykazuje przyłączenie się nowego elektronu do przedostatniego poziomu, przy czym jego obwód elektronowy (kwestia jądra zupełnie nas tu nie interesuje) składa się z sześciu poziomów (K,L,M,N,O,P) obsadzonych przez elektrony w ten sposób: 2, 8, 18, 18, 8, 3. Pierwsze trzy poziomy energetyczne są całkowicie gotowe (wypełnione), trzy następne posiadają miejsca wolne, które mogą być zajęte przez dołączające się elektrony. Otóż w szeregu dalszych ziem rzadkich te elektrony wzbogacają nie warstwę ostatnią, zewnętrzną (P) ani też warstwę przedostatnią (O), lecz dołączają się kolejno do 18 elektronów warstwy wewnętrznej N, tak że lutecjum (71) kończy nadbudowę tej warstwy, zapełniając ją całkowicie swymi 32 elektronami, znajdującymi się na tym poziomie. Obsadzenie więc sfery elektronowej, według jej poziomów, tak się przedstawia w pierwiastkach ziem rzadkich (57 - 71).

Bar (56): 2, 8, 18, 18, 8, 2

Lantan (57): 2, 8, 18, 18, 8, 3

Cer (58): 2, 8, 18, 19, 8, 3
Prazeodym (59): 2, 8, 18, 20, 8, 3
. . . .
. . . .
Iterb (70): 2, 8, 18, 31, 8, 3
Lutecjum (71): 2, 8, 18, 32, 8, 3

Hafnium (72): 2, 8, 18, 32, 8, 4

Powyższą budowę sfery elektronowej w pierwiastkach ziem rzadkich mamy uwierzytelnioną przez badania spektroskopowe. Następny pierwiastek, hafnium, tworzy się już normalnie, przez umieszczenie nowego elektronu w warstwie powierzchniowej, która w ten sposób liczy w atomie hafnium

---

x) I przedostatnią warstwę zaliczamy również do warstw wartościowości wobec tego, że w takim np. skandzie (21) o wartościowości = 3 na wartościowość tm składają się 2 elektrony z warstwy powierzchniowej 4_1 i jeden elektron z warstwy przedostatniej 3_3 - i podobnie w wielu innych przypadkach.

4 elektrony,dzięki czemu zdobywa on miejsce w następnej,czwartej grupie wartościowości.

Otóż zbliżamy się teraz do jądra kwestii. Nie może już teraz ulegać wątpliwości,że liczba porządkowa,podająca globalną ilość elektronów sfery zewnętrznej atomu,nie chwyta istoty pierwiastka,która zależy w pierwszym rzędzie od rozmieszczenia elektronów w poszczególnych warstwach tej sfery,a nie tylko od ich ilości ogólnej. W związku z tym liczba porządkowa pozostawia nas w nieznajomości co do wzajemnego stosunku pierwiastków,całkowicie ujednorodniając ten stosunek np. w przypadku pierwiastków o liczbach porządkowych n i n + 1 charakteryzując go jednakowo jako stosunek kolejności (bezpośredniej następczości),mimo że stosunek takiego baru (56) do lantanu (57) lub lutecjum (71) do hafnium (72) jest notorycznie inny niż lantanu (57) do ceru (58) lub iterbu (70) do lutecjum (71). Charakterystyka pierwiastków za pomocą właściwych im liczb porządkowych te i tym podobne różnice zaciera,uważając wszystkie elektrony sfery zewnętrznej atomu za jednostki jednorodne, nie odróżniając elektronów wartościowości od elektronów warstw głębszych,jakościowo różnych od nich,inne znaczenie chemiczne posiadających. Charakterystyka pierwiastków,uwzględniająca ich wartościowość, niewątpliwie głębiej sięga w istotę jakościową pierwiastka,przeznaczając dla wszystkich pokrewnych elementów od 57 do 71 włącznie jedno jedyne miejsce w III-ciej grupie. Zdaje ona w ten sposób sprawę z różnicy,jaka zachodzi między stosunkiem np. baru (grupa II) do lantanu (grupa III) a stosunkiem lantanu (grupa III) do ceru (grupa III). Mimo to i teraz jeszcze nie uświadamiamy sobie dokładnie stosunków,łączących interesujące nas elementy grupy trzeciej,nie wiemy,czy są one względem siebie wszystkie współrzędne,czy też inne między nimi panują stosunki. Nie uświadamiamy sobie również dokładnie różnicy,jaka zachodzi między przynależnością do tej samej grupy wartościowości 15 kolejnych elementów ziem rzadkich a przynależnością do niej elementów analogicznych, takich np. jak skand (21) i itr (39). A jednak są to kwestie pierwszorzędnej wagi i ta okoliczność,że nie potrafimy ściśle określić stosunków tu zachodzących,świadczy o tym,że istota pierwiastka chemicznego nie jest dla nas jasna. Stanie się ona dla nas bardziej jasną i przejrzystą,gdy "zrozumiemy" istotę i znaczenie dwojakiego tworzenia się warstw zewnętrznych atomów,tworzenie się ich przez dodawanie elektronów zewnętrzne i wewnętrzne (jak gdyby przez apozycję i intussuscepcję). Chodzi o to,aby zrozumieć,o jakich stosunkach między łączącymi się tu elementami świadczy każde z tych połączeń i jakiego rodzaju wytwór jest ich rezultatem. A że te stosunki nie są właśnie dla nas jasne,o ile pozostajemy w dziedzinie chemii fizycznej,więc sprobujemy wyjść po-

za jej granice,przejść do innych nauk,w nadziei,że może napotkamy tam takie same połączenia (zewnętrzne i wewnętrzne),których jednak warunki i wytwory będą dla nas zrozumiałe i jasne. Jeżeli zdołamy tego dopiąć, wtedy to zrozumienie spłynie już samo przez się na dziedzinę chemii i rozświetli jej ciemne dotychczas zakątki. Skierujemy w tym celu nasze kroki przede wszystkim do dziedziny akustyki,do tej nauki,której przykład przyświecał pierwszym próbom stworzenia układu periodycznego pierwiastków (Chancourtois,Newlands).

II. Dwojakiego rodzaju dołączanie się elementów w akustyce i logice.

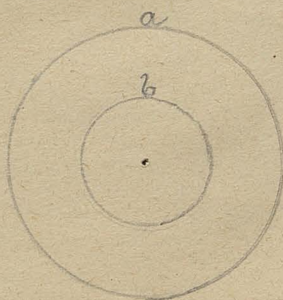
A więc przede wszystkim,czy w akustyce spotykamy połączenie tonów, które byśmy mogli określić jako "wewnętrzne"? Ażeby odpowiedzieć na to pytanie,weźmy jakikolwiek ton złożony,czyli dźwięk i przyjrzyjmy się jego składowi. Składa się on - jak wiadomo - z tonu zasadniczego,którego wysokość decyduje o wysokości dźwięku,oraz z szeregu innych tonów, tzw. nadtonów,których wysokości są całkowitymi wielokrotnościami wysokości tonu zasadniczego. Gdy słyszymy dźwięk złożony,którego wysokość oznaczamy przez 1,wtedy możemy,wsłuchując się,wyróżnić zawarte w nim nadtony w wysokości 2,3,4 itd.; dźwięk złożony o wysokości 1 zawiera w sobie tony składowe o wysokości 1,2,3,4 itd. Dźwięk taki możemy stworzyć syntetycznie (Helmholtz),dodając do zasadniczego tonu prostego dodatkowe tony proste o wysokościach wielokrotnych względem wysokości tonu zasadniczego; przez to dołączenie wysokość dźwięku nie ulegnie jednak zmianie,będzie i nadal = 1: wysokości nadtonów zostaną pochłonięte przez wysokość tonu zasadniczego. Dołączone nadtony nie stwarzają więc z zasadniczego tonu dźwięku o nowej wysokości,nie zmieniają go pod tym względem,lecz czynią go za to wewnętrznie bardziej bogatym i pełnym. Mamy tu typowe "wewnętrzne" dołączenie się elementów,typową "wewnętrzną" syntezę,którą charakteryzuje pochłanianie jednego elementu przez drugi - dokładne analogon stosunków,zachodzących przy dołączaniu się elektronów do obwodu atomu w grupie ziem rzadkich. Tonowi prostemu zasadniczemu odpowiada tu sfera elektronowa atomu lantanu; dołączają się do niej elektrony w ilości rozmaitej,lecz dołączają się wewnętrznie,zostają pochłonięte przez tę sferę,co w rezultacie daje ten wynik,że nowoutworzone atomy posiadają tę samą wartościowość i zajmują to samo miejsce (grupa,szereg) w składzie pierwiastków,co i lantan,tylko są wewnętrznie od niego bogatsze i pełniejsze,i odpowiednio do tego posiadają wyższe od niego liczby porządkowe.

Zupełnie jednak inaczej sprawa się przedstawia,jeżeli weźmiemy dwa

tony takie,że wysokość jednego nie będzie całkowitą wielokrotnością wysokości drugiego,np. tony o wysokościach względnych 2 i 3. Wtedy żaden z nich nie obejmuje,nie zawiera drugiego,lecz przeciwnie,gdy się łączą wzajemnie,wtedy oba są objęte przez ton nowy,ton zasadniczy o wysokości odmiennej od ich wysokości,przez ton o wysokości 1,którego są tonami składowymi (nadtonami). Mamy tu typowe "zewnętrzne" dołączanie się elementów (wysokości),bez pochłaniania jednych przez drugie, tworzące całość pod względem wysokości nową,nie redukującą się do jednego z jej składników. Takie właśnie "normalne" (czy "względnie normalne") dołączanie się elementów,taką ich syntezę "zewnętrzną" widzimy przy przejściu np. od baru do lantanu. Dodatkowy elektron nie zostaje umieszczony i pochłonięty we wnętrzu sfery elektronowej baru,lecz dołączając się do tej sfery zewnętrznie tworzy zasadniczo nową całość,atom lantanu,odmienny pod względem wartościowości i miejsca w systemie od atomu baru.

A teraz,ażeby raz jeszcze i ostatecznie uświadomić sobie istotę "wewnętrznej" syntezy,przyjrzyjmy się,jak przedstawia się ona w innej nauce,w logice,która jest prototypem wszelkiego "rozumienia",a której związki wewnętrzne z akustyką staraliśmy się na innym miejscu wykazać. Weźmy jakiekolwiek pojęcie,np. pojęcie "kwadrat" (a) i dołączajmy do niego jego cechy istotne,takie np. jak "dwie przekątne wzajemnie prostopadłe" (b), "dwie przekątne o wielkości = bokowi kwadratu x $\sqrt{2}$" (c) itp. Otrzymamy wtedy pojęcie złożone takie: "kwadrat o dwóch przekątnych wzajemnie prostopadłych" (a+b), "kwadrat o dwóch przekątnych,z których każda jest równa jego bokowi x $\sqrt{2}$" (a+c) itd. Wprawdzie te treści złożone,otrzymane przez dołączenie treści b wzgl. c do treści zasadniczej a,są bogatsze od niej,jednakże nie zwiększają jej zasadniczo,to znaczy nie przedstawiają pojęć o innej,nowej treści konstytutywnej (o nowym przedmiocie czy zakresie),lecz są pojęciami równoważnymi (równowartościowymi),czyli ekwiwalentnymi zarówno względem siebie jak również - co najważniejsze - względem pojęcia zasadniczego "kwadrat" (a). Treść konstytutywna pojęcia "kwadrat" nie zmieniła się zaś tu dlatego, że dołączone pojęcia zawierają się wszak w pojęciu kwadratu ($b<a, c<a$), przedstawiając jego cechy istotne. Nic tedy dziwnego,że dołączając je do pojęcia prostego "kwadrat" otrzymamy pojęcia złożone (a+b, a+c), wprawdzie bogatsze,lecz o tym samym przedmiocie,o tej samej treści konstytutywnej (a). Logika wyraża to w ten sposób: $(b<a) = (a+b=a)$,znaczy zaś to: "jeżeli pojęcie b zawiera się w pojęciu a,to z tego wynika,że gdy do pojęcia a dodamy pojęcie b,to otrzymamy pojęcie a+b ekwiwalentne z pojęciem a - i odwrotnie". Podobnie również mieć będziemy: $(c<a) = (a+c=a)$. Ten stan rzeczy możemy sobie również przestrzennie uzmysłowić za pomocą poniższego

wić za pomocą poniższego diagramatu:



Widzimy,że wobec tego iż dołączona treść b jest zawarta w treści a,że jest dołączona do treści a wewnętrznie,nie zwiększa ona zasadniczo tej treści,gdyż przez treść tę zostaje pochłonięta (zasada absorpcji),co właśnie wyrażamy pisząc tu: a+b=a. Treść zasadnicza (prosta) i treść złożona,pochodna,są tu równoważne,ekwiwalentne (równowartościowe). Takie jest znaczenie "wewnętrznego" dołączania,wszystko jedno czy chodzi o świat pojęć,czy świat elektronów: element w ten sposób dołączony wzbogaca wprawdzie wewnętrznie obejmującą go sferę,wypełnia ją, lecz jej na zewnątrz nie zmienia,nie rozszerza,dając w rezultacie twór danemu równowartościowy (logicznie czy chemicznie).

Zasadniczo inaczej,gdy w grę wchodzi synteza "zewnętrzna" w logice. Gdy dołączone b nie zawiera się w a ($b \not< a$),wtedy $a+b \neq a$,nowy twór nie jest ekwiwalentny z dawnym,przedstawia treść obszerniejszą od dawnej ($a+b > a$),treść konstytutywną o innym przedmiocie. Tak się rzecz przedstawia,gdy do pojęcia "kwadrat" (a) dołączymy np. pojęcie: "bok dwumetrowy" (b). "Dwumetrowość boku" nie jest cechą istotną kwadratu,nie zawiera się w jego pojęciu; dlatego też gdy dokonamy takiej "zewnętrznej" syntezy tych pojęć,wtedy otrzymamy pojęcie a+b ("kwadrat o boku dwumetrowym") już nie równoważne,nie ekwiwalentne z pojęciem "kwadrat", lecz obszerniejsze od niego,o nowym przedmiocie,nowej konstytuującej treści ($a+b \neq a$)x). Taka jest istota dołączania się "zewnętrznego",nie-

---

x) Ściśle rzecz biorąc,symbolizacja dwóch pierwiastków chemicznych,kolejnych pod względem wartościowości (np. baru i lantanu),powinna być - odpowiednio do faktycznego stanu rzeczy - następująca. Pierwiastek bar oznaczmy przez a_1; konstytuujące go elementy (jeden,pozostający bez zmiany w tym samym szeregu czy okresie,oraz drugi,którym będzie wartościowość pierwiastka) przez k i l,tak że $a_1 = k+l$. Wtedy element sąsiedni w szeregu pod względem wartości (lantan) będzie symbolizowany przez $a_2 = k+m$. Synteza l i k oraz m i k będzie syntezą zewnętrzną,prowadzącą do tworzenia pierwiastków o nowych wartościowościach. Rolę elementu k w danym przypadku będzie pełnił szlachetny ksenon. Tego rodzaju symbolizacja ściśle odwzorowuje równorzędność baru i lantanu,która się zatraca, gdy bar oznaczamy przez a,lantan zaś przez $a+b \neq a$,a więc gdy,upraszczając kwestię,za podstawę syntezy zewnętrznej weźmiemy a,nie zaś k (ta sama uwaga dotyczy również pojęcia syntezy zewnętrznej w akustyce). Zwracamy przy tym uwagę,że wyrażając bar = a przez k+l nie pozbawiamy go zupełnie właściwej mu prostoty,widocznej np. przy porównaniu z cerem,któ-

zależnie od tego czy chodzi o dołączanie się pojęć, dźwięków, czy elektronów; rezultat jest zawsze ten sam: powstaje twór nowy, nierównoważny, nierównowartościowy z dawnym.

III. Liczba porządkowa a liczba określająca.

Poznaliśmy powyżej uniwersalne znaczenie dołączania się elementów sposobem zewnętrznym i wewnętrznym, zrozumieliśmy, że układanie się elektronów zewnętrzne bądź wewnętrzne nie przedstawia czegoś, co spotyka się tylko w dziedzinie budowy atomów i stanowi jej osobliwość, lecz jest wyrazem światowych kategorii - kategorii syntezy zewnętrznej i wewnętrznej - które przejawiają się w najrozmaitszych dziedzinach i pod najrozmaitszymi postaciami. Porównanie wytworów tych połączeń w rozmaitych dziedzinach oświetli stosunki w nich panujące, a w pierwszym rzędzie przyczyni się do rozjaśnienia dziedziny najbardziej nas tu interesującej, dziedziny pierwiastków chemicznych.

To zaś doprowadzi do tego, że w jasnym świetle zobaczymy rolę, jaką spełnia liczba porządkowa, która nie bierze pod uwagę zasadniczej różnicy, jaka dzieli elektrony zewnętrzne od wewnętrznych, zadowala się konstatowaniem ich liczby ogólnej i liczbę tę kładzie u podstawy zszeregowania pierwiastków chemicznych.

Porównajmy więc pierwiastki chemiczne, od baru do hafnium, uszeregowane według ich liczb porządkowych, i przyporządkujmy im - zgodnie z poprzednimi wywodami - dwa szeregi, jeden akustyczny, drugi logiczny, odzwierciadlające stosunki zewnętrznej i wewnętrznej syntezy, która we wszystkich trzech tych dziedzinach gra zasadniczą rolę przy powstawaniu ich elementów. Przypominamy, że od baru do lantanu (i podobnie od lantanu do hafnium) zmienia się wartościowość pierwiastka, czemu - jak widzieliśmy - w dziedzinie akustycznej odpowiada zmiana wysokości, zaś w dziedzinie logicznej zmiana treści konstytutywnej elementu. Natomiast od lantanu do lutecjum włącznie wartościowość elementów pozostaje ta sama, przy wzroście bogactwa wewnętrznego elementu, czemu w dziedzinie akustycznej odpowiada zachowywanie się wysokości w szeregu dźwięków, poczynając od prostego, pozbawionego nadtonów, do coraz bogatszych pod tym wzglę-

(w I egz. dopisane ołówkiem): czy jakości

(d.c.) rego atom jest wewnętrznie bogatszy, bardziej złożony niż atom baru - "złożoność" a, jako k+1, jest zgoła innej, zewnętrznej natury i odpowiada "składaniu się" na wysokość dźwięku dwóch momentów: jakości i oktawy, do której dźwięk należy. Każdy dźwięk mimo to jednak, że jest funkcją ("syntezą") tych dwóch momentów, może być prosty w tym sensie, że nie będzie zawierał nadtonów.

dem, zaś w dziedzinie logicznej odpowiada szeregowi lantan - lutecjum szereg pojęć o tej samej treści konstytutywnej coraz to jednak bogatszych, jeżeli chodzi o możliwe elementy pochodne (jak gdyby nadtony) pojęcia pierwotnego, które samo jednak składa się aktualnie tylko ze składników konstytutywnych (cechy istotne pierwotne).

W mowie będące szeregi tak się więc będą przedstawiały:

Szereg chemiczny:
grupa II – bar – 56
grupa III – lantan 57, cer 58, prazeodym 59 .... 60-70 .... lutecjum 71
(58 – 71:) dołączanie się wewnętrzne elektronów
grupa IV – hafnium 72

szereg akustyczny (dźwięki określonej oktawy) np.:
d – d prosty
e – e prosty; e_1, e_2 .... e_{14}
e złożone, tj. z rozmaitymi nadtonami, czyli dołączanie się wewnętrzne tonów
f ♯ – f prosty

szereg logiczny np.:
prostokąt o bokach w stosunku 1:2
prostokąt o bokach w stosunku 1:1 czyli kwadrat o boku dług. 1:
prostokąt o bokach w stosunku 1:1
prostokąt o bokach w stosunku 1:1 i o dwóch przekątnych wzajemnie prostopadłych
itp.
prostokąt o bokach w stosunku 1:3

treść konst. (cechy istotne pierwot.)
treść konst. (cechy istotne pierwot.)
treści złożone = treść konstytutywna + cechy istotne pochodne, czyli dołączanie się wewnętrzne pojęć
treść konst. (cechy istotne pierwotne)

Zestawienie szeregu chemicznego z przyporządkowanym mu szeregiem akustycznym i logicznym oświetla całkowicie jego naturę. Rozumiemy,że w tym szeregu mamy elementy wybitnie niewspółrzędne,dwie jak gdyby generacje pierwiastków: rodziców z jednej strony i dzieci z drugiej.Bar, lantan,hafnium - to pokolenie starsze; cer,prazeodym...... lutecjum - to elementy pochodne od lantanu,między sobą zaś już współrzędne - lantanidy; w żadnym razie nie ceridy,jak to się często słyszy,gdyż cer i powstałe ziemie rzadkie do lutecjum włącznie są w stosunku względem siebie współrzędnym,braterskim,stanowią społem rodzeństwo,pochodne od macierzystego lantanu. Rozumiemy teraz również istotę zszeregowania pierwiastków według ich liczb porządkowych,zdajemy sobie sprawę z tego,że przechodzi ono całkowicie do porządku dziennego nad rozczłonkowaniem jakościowym szeregowanych elementów,nie odróżniając elementów prostych od złożonych,pierwotnych od pochodnych,wymieniając je w porządku w najwyższym stopniu nienaturalnym i nienormalnym z punktu widzenia jakościowego,tak jak gdybyśmy np. szeregowali dźwięki: dźwięk d (prosty), dźwięk e (prosty),dźwięk e_1 (złożony),dźwięk e_2 (złożony).........., dźwięk f (prosty) itd. Nic też dziwnego,że szeregowanie pierwiastków według ich liczb porządkowych rozsadza ramy układu periodycznego,który chce być układem naturalnym pierwiastków. Liczba porządkowa daje nam jak gdyby spis pogłówny pierwiastków,każdy pierwiastek licząc za jednorodną z innymi jednostkę; niewątpliwie i takie globalne przedstawienie sprawy ma swoją wagę i znaczenie doniosłe,lecz ten czysto ilościowy punkt widzenia,tak charakterystyczny dla fizyki,nie daje wglądu w jakościowe zróżnicowanie i scałkowanie społeczeństwa pierwiastków chemicznych,zasadniczo ważne z punktu widzenia zainteresowań chemii.

Musimy tedy postarać się ustanowić jakościowe uzupełnienie liczby porządkowej,a więc liczbę,która określać będzie istotę i miejsce pierwiastków chemicznych według kategorii naczelnych układu periodycznego, a więc według wartościowości i szeregu,lepiej: okresu,do którego pierwiastek należy,i która w ten sposób pozwoli nam połączyć w jedną całość naturalną,w jedną rodzinę pierwiastek macierzysty i jego pochodne. Otrzymamy w ten sposób elementy chemiczne,określone podobnie do tego,jak elementy dźwiękowe określają się przez jakość i oktawę,do której należą (społem jako "wysokość"),jak elementy pojęciowe określają się przez różnicę gatunkową i rodzaj (przez treść konstytutywną = przez cechy istotne pierwotne = społem jako "gatunek"). Pierwiastki proste i od nich pochodne otrzymują tę samą liczbę określającą,to samo miejsce,tę samą kratkę w systemie,wewnątrz której różniczkować się będą odpowiednio do wewnętrznego ich bogactwa,które znajdzie wyraz w ich liczbie po-

rządkowej (podobnie jak dźwięki tej samej wysokości różnić się mogą ze względu na posiadane nadtony, pojęcia o tej samej treści konstytutywnej ze względu na zaktualizowane w nich cechy pochodne)[x].

Przy określeniu pierwiastka chemicznego rolę decydującą posiadać tedy będą: wartościowość (ogólniej "jakość") i okres, do którego pierwiastek należy. Jako wskaźnik okresu służyć będzie pierwiastek szlachetny, konstytuujący (rozpoczynający) ten okres. W ten sposób na liczbę, którą nazywamy określającą (determinującą, konstytuującą) pierwiastek chemiczny, złożą się dwie współrzędne: jedna - jakościowa - oznaczająca w małych okresach i pierwszych szeregach okresów dużych wartościowość pierwiastka (wartościowość normalną, typową, która jest w zasadzie jego wartościowością maksymalną), i druga - okresowa, substratowa - dająca wskaźnik okresu, a więc pierwiastek szlachetny, rozpoczynający okres. Obie współrzędne wyrażają się liczbowo, przy czym jeżeli chodzi o pierwiastki szlachetne, będące wskaźnikami okresów II, III, IV, V i VI-go, to będą one scharakteryzowane przez liczby, zbiegające się z liczbami porządkowymi. Jest to wynikiem tego, że liczby określające pierwiastków do liczby 57 włącznie są identyczne z ich liczbami porządkowymi; rozbieżność między liczbą porządkową i określającą następuje dopiero począwszy od pierwiastka o liczbie porządkowej 58, którego liczbą określającą jest w dalszym ciągu liczba 57[xx]. W ten sposób współrzędne (składniki) liczby określającej np. ceru będą takie: 54 (ksenon) oraz 3 (wartościowość), tak że liczbą tą będzie 54+3 = 57. Znaczenie elektronowe liczby określającej pierwiastka jest następujące: przedstawia ona nie liczbę globalną elektronów jego sfery zewnętrznej, lecz liczbę tych

---

[x] Liczba porządkowa kroczy pari passu za zawartością sfery elektronowej i jest jej dokładnym wykładnikiem; tak że dwa pierwiastki o różnych ilościach elektronów obwodu zewnętrznego posiadają różne liczby porządkowe. Natomiast takie właśnie dwa pierwiastki mogą posiadać tę samą liczbę określającą, gdyż nie bierze ona pod uwagę zwiększenia się sfery elektronowej przez to, co nazywamy dołączaniem się wewnętrznym, i nie jest z tego powodu miarą zawartości (bogactwa) sfery elektronowej pierwiastka. Łatwo zauważymy, że liczba określająca odpowiada tu pojęciu <u>mocy</u> w dziedzinie mnogości nieskończonych, i moc bowiem nieskończona (nadskończona) nie jest wykładnikiem zawartości mnogości, tak że ta sama moc może przynależeć dwóm mnogościom, z których jedna jest częścią drugiej. Liczba zaś porządkowa odpowiadałaby nie mocy mnogości nieskończonych, lecz ich zawartości (bogactwu), ich "liczbie" w czysto ilościowym znaczeniu.

[xx] Można połączyć liczbę porządkową z liczbą określającą w jednym symbolu, który np. dla ceru będzie miał postać 57_1 i który wskazywać będzie zarówno liczbę określającą pierwiastka 57 jak i jego liczbę porządkową 57+1 = 58.

elektronów jego sfery zewnętrznej,które odpowiadają pełnej sferze zewnętrznej pierwiastka szlachetnego,rozpoczynającego dany okres (w przypadku np. ceru: 54)+ liczba elektronów wartościowości,tj. tych elektronów,które się do sfery szlachetnego pierwiastka przyłączyły zewnętrznie (w przypadku ceru: 3). Przy czym zwrócić należy uwagę na to,że to narastanie elektronów wartościowości odbywać się może zarówno w warstwie ostatniej (najbardziej powierzchniowej) jak i przedostatniej; tak np. dla ceru i wszystkich w ogóle pierwiastków ziem rzadkich elektrony wartościowości w liczbie 3 zajmują nie tylko warstwę (poziom kwantowy) 6_1 ,lecz i głębiej leżącą 5_3 x).

Określenie jakościowej współrzędnej pierwiastka nie nastręcza trudności w okresach małych ani też w pierwszym szeregu dużych okresów. Będzie to jego wartościowość normalna. Sprawa się natomiast komplikuje i wymaga bliższego nieco rozpatrzenia,gdy przechodzimy do drugich szeregów wielkich okresów. Weźmy np. miedź,pierwiastek I grupy, zajmujący miejsce w drugim szeregu czwartego okresu. Do tej samej grupy i okresu należy również pierwiastek potas,lecz miejsce jego jest w szeregu pierwszym. Jest rzeczą oczywistą,że jeżeli nasze dwie współrzędne mają wyznaczać pierwiastek chemiczny,to współrzędna jakościowa w mowie będących pierwiastków (miedź,potas) nie może być ta sama. Ich bowiem współrzędna okresowa jest identyczna; gdybyśmy więc współrzędną jakościową dla nich wzięli również tę samą,zidentyfikowalibyśmy notorycznie różne pierwiastki. Dla miedzi więc współrzędną jakościową nie może być jej wartościowość zwykła; nie będzie tą współrzędną liczba 1, lecz liczba 11,oznaczająca ile elektronów (elektronów "jakości") zewnętrznie powiększyło argonowy substrat jej atomu. Liczba ta powstaje z liczby-wartościowości 1 odpowiedniego pierwiastka pierwszego szeregu przez dodanie liczby 10. Stosunek ten charakteryzuje wszystkie pary pierwiastków różnych szeregów tej samej grupy we wszystkich 3-ch dużych okresach. Ważną jest przy tym sprawą,że z liczby elektronów jakości w pierwiastkach drugiego szeregu okresów dużych wyróżniają się te,które zwyżkują ponad 10,zajmując ostatni poziom kwantowy,a więc warstwę par excellence wartościującą. A więc np. z liczby 11,będącej współrzędną jakościową miedzi,wyróżnia się 1 elektron zajmujący poziom zewnętrzny 4_1 ,gdy natomiast pozostałe w liczbie 10 należą do poziomu 3_3 . W ten sposób jakościowe współrzędne pierwiastków drugich szeregów przedstawiają się w postaci naturalnej 10+x,gdzie x oznacza ich wartościowość, która jest tą samą dla obu pierwiastków obu szeregów tej samej grupy

---

x) Por. odnośnik na str. 3.

i powoduje właśnie przynależność ich do tej samej grupy wartościowości. Współrzędne jakościowe w każdej grupie pionowej pierwiastków (poczynając od 4-go szeregu) zróżniczkują się przeto na dwie kategorie, wyrażone przez liczby x i 10+x; pierwsza z nich dotyczyć będzie pierwiastków pierwszego szeregu dużych okresów,druga - pierwiastków drugiego szeregu w tych okresach,co odpowiada całkowicie w ostatnich czasach przyjętemu podziałowi kolumn pionowych na stronę lewą i prawą ((a i b). Ażeby jeszcze bardziej podkreślić ich pokrewieństwo grupowe, jakościową współrzędną np. 10+1 pisać będziemy jako 1_{10} (= 1+10) i odpowiednio do tego wartościowość 1 jako 1_{0}. Te współrzędne jakościowe liczby określającej wprowadzimy do tablicy periodycznej,umieszczonej przy końcu rozprawy (patrz str. 27).

IV. Małe okresy układu periodycznego a oktawy akustyczne.

Zaznaczaliśmy już niejednokrotnie,że współrzędne nasze: substratowa (okresowa) i jakościowa przedstawiają odpowiedniki współrzędnych akustycznych: okresu (oktawy) i jakości,które razem dają nam wysokość tonu,jego miejsce w świecie tonów. Nasuwa się nieodparcie przypuszczenie,że pomysły Newlandsa z 1864 r. dotyczące pokrewieństwa układu pierwiastków chemicznych i układu tonów w oktawach są w swej istocie słuszne i że nauka zbyt prędko przeszła nad nimi do porządku dziennego,zadowoliwszy się skonstatowaniem,że analogia powyższa nie da się przeprowadzić nawet dla małych okresów,które zamykają się nie 8-ym (jak w muzyce),lecz 9-ym pierwiastkiem. Zdaniem naszym,nauka zbyt łatwo zraża się trudnościami,które zjawiają się na drodze badaczy,przekonanych o zasadniczej prostocie,leżącej u podstawy skomplikowanych zjawisk natury,chętnie zarzuca i grzebie głębokie myśli syntetyczne tych istotnych promotorów postępu naukowego i w ten sposób na długie lata pozbawia się owoców,które zrodziłyby się niewątpliwie z bliższego zajęcia się tymi ich ideami. Tak było z pomysłami Prouta,tak również z pomysłem oktaw Newlandsa.

Postaramy się bliżej rozpatrzyć stosunek układu periodycznego pierwiastków chemicznych do układu periodycznego tonów i mamy nadzieję wykazać,że nie tylko małe okresy chemiczne,lecz i okresy duże są zbudowane zasadniczo według analogii z okresami akustycznymi i że odchylenia ich wzajemne są tylko natury drugorzędnej; są to tylko wariacje tego samego zasadniczego tematu,tematu "okresowości".

Weźmy skalę diatoniczną naturalną,składającą się z 8 dźwięków o częstościach:

$$n,\ 9/8\,n,\ \frac{5}{4}n,\ \frac{4}{3}n,\ \frac{3}{2}n,\ \frac{5}{3}n,\ \frac{15}{8}n,\ 2n.$$

Możemy wyeliminować z szeregu tego liczbę n i wtedy otrzymamy szereg:

$1, 9/8, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2.$

Możemy uważać szereg ten za zbiór czynników, które mnożąc wskaźnik liczbowy n dadzą dla odpowiednich n szeregi gam diatonicznych naturalnych w rozmaitych oktawach.

Okresowy układ tonów w skali diatonicznej naturalnej przedstawiałby się więc jak następuje:

	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
n = 1	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	
n = 2	2	9/4	5/2	8/3	3	10/3	15/4	
n = 4	4	9/2	itd.					

Jak widzimy z powyższej tablicy, tony odpowiadające nagłówkowi 1 posiadają wysokość równą odpowiedniej współrzędnej bocznej n: a więc dla n = 1 wysokość ta jest 1, dla n = 2 jest 2 itd. Znaczy to, że współrzędna nagłówkowa nie przyczynia się tu zupełnie do wyznaczenia wysokości - i jest to zupełnie zrozumiałe, gdyż przedstawia się ona w postaci 1, która jest wszak modułem mnożenia a więc działania, zachodzącego w akustyce między współrzędnymi tonów (współrzędną okresową i jakościową).

Temu modułowemu charakterowi jedynki nagłówkowej odpowiada w układzie chemicznym najdokładniej modułowy charakter współrzędnej jakościowej 0 (wyznaczającej przynależność pierwiastków do grupy 0). Zero jest bowiem modułem dodawania, który łączy współrzędne pierwiastków chemicznych, i z tego powodu miejsce pierwiastków grupy 0 jest wskazane już przez ich współrzędną boczną (okresową, substratową) bez wpływu widocznego współrzędnej nagłówkowej. Z tego wypływa wniosek, że akustyczna grupa pionowa, mająca w nagłówku współrzędną 1 odpowiada nie I-szej grupie chemicznej, lecz 0-wej.

Powyżej już zaznaczyliśmy podstawową wariację w temacie okresowości, jaką widzimy w układzie chemicznym w zestawieniu z układem akustycznym. Działaniem, łączącym współrzędne chemiczne, jest dodawanie, nie zaś mnożenie, co odpowiada arytmetycznemu, nie zaś geometrycznemu charakterowi symetrii tego układu. Z tej podstawowej różnicy w okresowości porównywanych układów wynikają dalsze odmienności. A więc przede wszystkim ta, że układ chemiczny posiada szeregi pierwsze o 8

elementach,układ zaś akustyczny tylko o 7. Jakiego elementu brak w szeregu akustycznym,w porównaniu z chemicznym? Otóż brak elementu środkowego,jednakowo oddalonego od elementów zaczynającego i zamykającego okres. W szeregu chemicznym mamy taki centralny element: jego liczba jest średnią arytmetyczną krańcowych elementów szeregu: np. węgiel grupy IV,którego liczba = $\frac{\text{hel } (2) + \text{neon } (10)}{2} = 6$. Natomiast w skali akustycznej nie ma - jak wiadomo - elementu,reprezentującego środek symetrii tej skali,a więc elementu jednakowo,lecz geometrycznie,oddalonego od elementów krańcowych. W szeregu akustycznym o elementach krańcowych 1 i 2 byłby to element przedstawiający średnią geometryczną tych elementów,a więc liczbę niewymienną $\sqrt{2}$. Wobec tego że stosunki między elementami gamy akustycznej wyrażają się prostymi stosunkami liczbowymi,element irracjonalny byłby tu intruzem nie do zniesienia i stąd nieobecność w układzie akustycznym grupy,odpowiadającej IV (środkowej) grupie układu chemicznego. Jak widzimy,"siódemkowość" gamy muzycznej (bez jej zamknięcia) ma swe źródło w charakterze geometrycznym tego układu,nie dopuszczającym istnienia racjonalnego elementu centralnego.

Cechą charakterystyczną szeregów chemicznych (przynajmniej w okresach małych) jest nie tylko ich charakter arytmetyczny w ogóle,lecz specjalnie arytmetyczność całoliczbowa,przy czym posuwanie się w szeregu pierwiastków uwarunkowane jest tu przez zawsze ten sam,równy,krok liczbowy,przez jednakowe dodawanie jednego elektronu. Te równe odstępy między członami szeregu wskazują,że gama chemiczna nie jest tu gamą naturalną,lecz tzw. jednostajnie temperowaną,o równych właśnie odstępach. W akustycznej gamie temperowanej diatonicznej odstępy te są równe $\sqrt[6]{2} = 1,122$ - takim jest krok tej gamy,odstęp geometryczny między jej tonami,z wyjątkiem jednak odstępu między trzecim a czwartym (e - f) oraz przedostatnim (siódmym) i ostatnim (ósmym) tonem (h - c'),które są o połowę mniejsze,a więc równe $\sqrt[2]{1,122} = \sqrt[12]{2} = 1,059$. Natomiast gama chemiczna krótkich okresów jest już bez wyjątku jednostajnie temperowana; jest ona pod tym względem doskonalsza od diatonicznej gamy muzycznej.

Odpowiednio do powyższej analizy stosunek dwóch gam,akustycznej i chemicznej,przedstawia się w okresach krótkich następująco:

Do str. 16. po 15a 15a

I. Przyporządkowanie szeregu akustycznego i chemicznego.

średniej geom. akustycznej odpowiada średnia arytm. chemiczna, albowiem podn. do kwadratu odp. mnożenie zaś mnożeniu odp. dodawanie, tak że średniej geom. y

$y^2 = xz$ odp.

$2y = x+z$

$y = \frac{x+z}{2}$

Zachodzi pytanie: co odpowiada średniej arytm. i śr. harm. akustycznej?
Odpowiadają im pierwiastki tego samego szeregu jednakowo oddalone od początku i końca, a więc takie, których wartości w sumie = wartości $x^{(2)}+8$.
Będą to pierwiastki, które można nazwać negatywnymi, gdyż $a+a'=1$ i $aa'=0$.
W akustyce 0-em będzie 1, zaś 1-ką logiczną — 2ka
W chemii 0-em " np 2 1-ką " — 10.
Mnożeniu akust. x 2 odp. dodawanie chemiczne + 8
x 4 odp. +16 itd.
Mnożeniu zaś akust. x 3 mogą odp. dodawania +9, +10, +11 ------ +15.
Weźmy np. x 3 odp. 13.
Wtedy przekonamy się, że średniej arytm. z 1 i 2 a więc 3/2 odp. 2+13−8 = 7 (N)
" średn. harm. z 1 i 2 — 4/3 odp. 2+16−13 = 5 (B).
Dwa pierwiastki N i B jednakowo oddalone od He (2) i Ne (10).

2 pierwsze krótkie okresy są w swych el. (3) analogiczne i dualne.
W długim okresie między dwoma jego szeregami w zasadzie analogia znika a z nią dualność, a więc i negacja wzgl. biegunowość. Z 3 elementów (dualny, bieg., neg.) istniejących w 2 pierwsz. krótkich okr. wziętych jako całość w długim okresie pozostaje tylko jeden (bieg. wzgl. negacja).

Grupa →	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII (0)
Współrz. jakościowe →	0 = 1.0	1 = 1.1	2 = 1.2	3 = 1.3	4 = 1.4	5 = 1.5	6 = 1.6	7 = 1.7	8 = 1.8
szereg	współrz. okres.								
1	— (0)	H (1)	—	—	—	—	—	—	
2	He (2)	Li (3)	Be (4)	B (5)	C (6)	N (7)	O (8)	F (9)	[Ne (10)]
3	Ne (10)	Na (11)	Mg (12)	Al (13)	Si (14)	P (15)	S (16)	Cl (17)	[A (18)]

Grupa →	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII (0)
Współrz. jakościowe →	c $1 = (1,122)^0$	d $(1,122)^1$	e $(1,122)^2$	f $(1,122)^{\frac{5}{2}}$	— —	g $(1,122)^{\frac{7}{2}}$	a $(1,122)^{\frac{9}{2}}$	h $(1,122)^{\frac{11}{2}}$	c' $(1,122)^6 = 2$
szereg	współrz. okres.								
1	c (1)	d (1,122)	$e\,(1,122)^2$	itd.	—				
2	c' (2)	d' (2.1,122)	$e'\,(2.\overline{1,122})^2$	f'	—	g'	a'	h'	[c']
3	c'' (4)	d'' (4.1,122)	$e''\,(4.\overline{1,122})^2$	f''		g''	a''	h''	[c'']

Jeżeli weźmiemy pod uwagę odpowiedniość szeregów arytmetycznych i geometrycznych, wyrażającą się w odpowiedniości dodawania i mnożenia, odejmowania i dzielenia, mnożenia i podnoszenia do potęgi, dzielenia i wyciągania pierwiastków, dalej w odpowiedniości 0 i 1 (jako modułów dodawania i mnożenia), gdy uprzytomnimy sobie, że jednostce wartościowości chemicznej (= 1) odpowiada jednostka jakości akustycznej i odstępu między całymi tonami (= 1,122), zaś dodaniu 8-ki, tworzącej nową oktawę chemiczną, odpowiada pomnożenie przez 2 w oktawie akustycznej — wtedy odczytamy z powyższego zestawienia najgłębszą odpowiedniość okresowości chemicznej i akustycznej[x], zrozumiemy, że przedstawiają

---

x) Weźmy dla przykładu magnez (II grupa 3-go szeregu), którego liczba określająca i równocześnie porządkowa wynosi 12, i porównajmy jego konstytucję przez właściwe mu współrzędne z wyznaczeniem przez współrzędne odpowiadającego mu tonu e" (II grupa 3-go szeregu).

W myśl powyżej w tekście wskazanych odpowiedniości przejście od liczby określającej magnezu do wysokości (względnej) tonu e" tak się będzie przedstawiało:

$$\text{magnez} = 12 = 10+2 = \underset{\text{współ. okres.}}{(2+8)} + \underset{\text{współ. jakości}}{1.2}$$

$$e'' = \qquad = (2.2) \times (1,122)^2$$

one dwie wariacje: arytmetyczną i geometryczną,wyrażające ten sam temat i odchylające się z lekka od siebie przede wszystkim wskutek półtonowych odległości (e-f i ♮-c) psujących jednorodność akustycznej skali diatonicznej i nie pozwalającej jej osiągnąć doskonałości gamy chemicznej małych okresów.

V. Analiza dużych okresów układu periodycznego.

Przechodzimy obecnie do rozpatrzenia dużych okresów układu periodycznego,okresów oznaczonych liczbami: 4,5 i 6; okres 7-my jest niepełny i reprezentowany tylko przez swe elementy początkowe i dlatego też z punktu widzenia okresowości nie budzi zainteresowania. Trzy pełne okresy duże zbudowane są całkowicie analogicznie,jeżeli chodzi o interesujące nas tutaj rozmieszczenie pierwiastków według ich liczb określających; wystąpienie dodatkowe w okresie 6-ym czternastu pierwiastków, pochodnych lantanu,w niczym nie zmienia prawidłowości rozmieszczenia w tym okresie pierwiastków "pierwotnych","prostych",różniących się wartościowością i liczbą określającą.

Trzy własności,trzy osobliwości wyróżniają okresy duże od poprzedzających je krótkich okresów:
1) odmienny rodzaj dołączania się elektronu wartościowości w pierwiastkach: 21-28 1-go szeregu okresu czwartego,39-46 1-go szeregu okresu piątego i 57-64[x] 1-go szeregu okresu szóstego, oraz związane z tym przesunięcie się tych pierwiastków w stosunku do pierwiastków tych samych grup w krótkich okresach;
2) zjawienie się triad w grupie VIII-ej pierwszych szeregów tych okresów i
3) dwuszeregowość tych okresów (nieanalogiczność elementów ich drugiego szeregu z elementami szeregu pierwszego).

Trzy te cechy charakterystyczne dużych okresów są niewątpliwie z sobą związane; na czym związek ten polega,postaramy się niżej wyjaśnić,uświadomiwszy sobie przede wszystkim naturę akustyczną tych okresów.

(d.c.) Odwzorowanie to istotnie daje nam wysokość (względną) tonu e'' (por. tablicę),wskazując tym samym najgłębszą strukturalną analogię, istniejącą między układem tonów i pierwiastków chemicznych.
x) Liczba 64 oznacza tu liczbę określającą pierwiastka - odpowiada jej liczba porządkowa 64_{14} = 78; szereg wymienionych pierwiastków okresu szóstego ze względu na ich liczby porządkowe tak by się przedstawiał: 57,72(= 58_{14}) - 78(= 64_{14}).

W tym celu weźmiemy następujący zbiór tonów,spotykany w teorii muzyki w związku z odróżnieniem tonacyj dur i moll:

C	D	E	F	G	A	H	c
1/2	9/16	5/8	2/3	3/4	5/6	15/16	1
c	des	es	f	g	as	hes	c'
1	16/15	6/5	4/3	3/2	8/5	16/9	2

Jak widzimy,elementy znajdujące się w tej samej grupie pionowej są w czterech przypadkach względem siebie nieanalogiczne (elementy dolne nie są dwukrotnościami górnych),co znajduje wyraz w ich nazwach: D -des, E - es,A - as,H - hes,z których jedna zaopatrzona jest w końcówkę,druga zaś występuje bez niej. Ta nieanalogiczność elementów drugiego szeregu z odpowiednimi elementami pierwszego przypomina nam ową osobliwość wielkich okresów,którą zaznaczyliśmy powyżej w punkcie trzecim.

Lecz nasuwa się tu samo przez się pytanie: co jednak głębiej wspólnego mają powyżej przytoczone dwa szeregi tonów z dwoma szeregami pierwiastków,występującymi w dużych okresach,aniżeli to,być może,czysto powierzchowne podobieństwo,przejawiające się w wspomnianej wyżej nieanalogiczności elementów pierwszego i drugiego szeregu?

Otóż istotnie podobieństwo tych zespołów elementów z dwóch różnych dziedzin jest o wiele głębsze i istotniejsze,niżby się to na pierwszy rzut oka wydawać mogło,i ono to właśnie w obydwóch przypadkach prowadzi dopiero do owej nieanalogiczności dwóch szeregów.

Ażeby podobieństwo to uświadomić sobie,rozpatrzmy przede wszystkim, jaki stosunek łączy część pierwszą naszego zbioru tonów (1/2 - 1) z jego częścią drugą (1 - 2). Widzimy,że środkiem symetrii dla elementów tych części jest element 1 i że,poczynając od tego punktu elementy obydwóch części rozchodzą się symetrycznie w ten sposób,że iloczyn wysokości elementów,jednakowo odległych od środkowej 1-ki,zawsze = 1^2 = 1,czyli że 1 jest średnią geometryczną między odpowiadającymi sobie biegunowo elementami. Otóż identyczny stosunek symetrii biegunowej cechuje elementy pierwszego i drugiego szeregu dużych okresów. Środkiem symetrii obydwóch tych szeregów jest grupa VIII,ściślej mówiąc,środkowy element triady (a więc w okresie czwartym - kobalt,w okresie piątym - rod,w szóstym - iryd). Poczynając od tego punktu elementy obydwóch części rozchodzą się symetrycznie,tworząc pierwszy i drugi szereg okresu dużego w ten

sposób,że suma liczb określających dla elementów jednakowo odległych od środkowego elementu triady zawsze daje podwójną jego liczbę,czyli że ten środek symetrii jest średnią arytmetyczną między odpowiadającymi sobie biegunowo elementami pierwszego i drugiego szeregu dużych okresów.[x]

Jak widzimy,istotne pokrewieństwo naszych dwóch szeregów akustycznych i dwóch chemicznych tkwi w jednakowej naturze stosunku,łączącego zarówno szeregi akustyczne z sobą,jak i szeregi chemiczne. Otóż przypatrzmy się teraz bliżej temu czynnikowi,który powoduje nieanalogiczność elementów w szeregach akustycznych,a to,być może,wyjaśni nam przyczynę nieanalogiczności elementów tej samej grupy w szeregach dużych okresów tablicy periodycznej.

Weźmy drugą grupę pionową elementów akustycznych: w pierwszym szeregu mamy D,w drugim zaś już nie d,lecz des. Skąd ten brak analogiczności? Otóż stąd,że nie wszystkie odstępy między elementami pierwszego szeregu są jednakowe,równe sobie,że w gamie naturalnej (reprezentowanej przez pierwszy szereg) mamy dwie półtonowe odległości (między E i F oraz H i c) i że te dwie półtonowe odległości zostają później biegunowo przerzucone i na szereg drugi. W ten sposób odległość między H i c ($\frac{16}{15}$) odnajdujemy w szeregu drugim w postaci odległości półtonowej między c i des,gdy natomiast odległość między C i D w pierwszym szeregu wynosi ton cały $(=\frac{9}{8})$; to zaś prowadzi właśnie do tego,że biorąc za punkt wyjścia dwa tony analogiczne (C i c) zaraz po pierwszym kroku (większym w pierwszym szeregu niż w drugim) otrzymujemy tony już nie analogiczne (D i des). Odległość między C i D nie jest ta sama,jak między c i des,jest sekundą (9/8),nie zaś małą sekundą $(\frac{16}{15})$,przedstawia odległość całego tonu,nie zaś tylko półtonu,tak że układ prawdziwy naszych szeregów akustycznych powinien tak być zobrazowanym:

C	¦	D	¦	E	¦	itd.
c	¦ des		¦ es		¦	

gdzie des pozostaje w tyle za D, es - za E itp.

Widzimy przeto,że to niejednakowość odstępów między elementami szeregu akustycznego sprawia - przy symetrii biegunowej,wiążącej ten szereg z następnym - że elementy szeregu następnego mogą okazać się nieanalogicznymi do elementów odpowiednich (tj. należących do tej samej grupy pionowej) szeregu pierwszego. Otóż ten sam czynnik,tę "niejednakowość odstępów" między elementami przypuścić musimy w szeregach pier-

---

x) Uwydatnia tę biegunowość elementów pierwszego i drugiego szeregu dużych okresów Rydbergowska tablica periodyczna pierwiastków chemicznych, por. E.N. da C.Andrade. The structure of the atom.London 1927,str.473.

wiastków chemicznych,stanowiących wielkie okresy,i czynnik ten - wraz z symetrią biegunową tych szeregów[x] - objaśni nam nieanalogiczność elementów,należących do tej samej grupy tego samego dużego okresu. Równocześnie zaś objaśni nam ten czynnik i drugą jeszcze nieanalogiczność elementów,tę mianowicie,która występuje w pierwszych szeregach dużych okresów w stosunku do okresów małych: poczynając od III-ej grupy pionowej,elementy pierwszych szeregów dużych okresów tracą swą analogiczność z elementami tej samej grupy małych szeregów. Zrozumiemy wtedy istotę tych zagadkowych przesunięć pierwiastków chemicznych w pierwszym szeregu wielkich okresów,które wyrażają nieanalogiczność tych elementów zarówno z odpowiednimi elementami drugiego szeregu tych okresów,jak i z elementami małych szeregów. W nowoczesnych tablicach układu periodycznego przesunięcia te tak są wyrażone,np.:

El. mał. okresu	12 Mg			13 Al
El. 1-go szer. dł. okr.	20 Ca		21 Sc	
El. 2-go szer. dł. okr.		30 Zn		31 Ga

Te przesunięcia,zainicjowane przez Sc,są wyrazem tego,że w pierwszych szeregach dużych okresów zjawiają się jakości nowe,jakości o różnicach,"odległościach",innych aniżeli te,które dzieliły elementy chemiczne małych okresów. Odległość np.,jaka dzieli skand od poprzedzającego go elementu wapnia,nie jest w istocie rzeczy ta sama,jak ta,która dzieli glin od poprzedzającego go magnezu,który jest analogonem wapnia (patrz tabliczkę powyższą) - i stąd nieanalogiczność skandu i glinu.

Rozumiemy teraz,że to zobrazowanie nieanalogiczności skandu i glinu,które znajdujemy w tablicach układu periodycznego,musimy wziąć dosłownie,tzn. przyjąć,że odległość między Sc i Ca istotnie jest mniejsza,niż między Al i Mg,pomimo że odnośna różnica liczb porządkowych (i określających) tego nie wyraża. Musimy przyjąć,że zmiana w sposobie dołączania się elektronu wartościowości,jaką widzimy w skandzie,przejawiła się właśnie w tym,że skand pod względem jakości (wartościowości) znalazł się jak gdyby o pół kroku w tyle za glinem,że stracił na przyroście wartościowości,zmieniając tor (z 4_1 na 3_3),na którym przyrost ten dotychczas zachodził. Przypuszczenie to zyska na prawdopodobieństwie,jeżeli przypomnimy sobie następujące okoliczności. Na odcinku ziem

---

[x] Ten sam wprawdzie stosunek symetrii biegunowej łączy wzajemnie szeregi 2-gi i 3-ci,z których każdy stanowi zamknięty w sobie krótki okres (środkiem symetrii jest tu neon),lecz nie prowadzi on tu do nieanalogiczności ich elementów z tego właśnie powodu,że krótkie okresy chemiczne charakteryzuje - jak wiemy - nie znająca wyjątków jednakowa odległość między elementami (temperatura).

rzadkich dołączanie się elektronów do przed-przed-ostatniego poziomu energetycznego nie wpływało - jak wiemy - zupełnie na zmianę wartościowości pierwiastków, dawało jej przyrost = 0. Gdy zestawimy teraz ten fakt, że dołączanie się elektronu do ostatniego poziomu energetycznego daje normalny przyrost wartościowości = 1, to nie będzie już teraz dla nas nic w tym dziwnego, że dołączanie się elektronu do poziomu energetycznego przedostatniego da przyrost wartości pośredni między 0 i 1, powoła do życia pierwiastek, różniący się "półjakością", "półwartościowością" ("półtonem") od poprzedniego. A takie właśnie przejście z ostatniego toru na przedostatni przy dołączaniu się elektronu wartościowości zachodzi przy skandzie (oraz itrze i lantanie w 5-ym i 6-ym okresie). Przechodząc na inną skalę, traci skand półkroku, jak gdyby w wartościowości w zestawieniu z odnośnym elementem poprzedzającego (i następnego) szeregu; tego półkroku nadrobić już nie jest w stanie szereg pierwszy dużego okresu w następnych 5-iu krokach i jego element - żelazo (26 Fe) zjawia się w końcowej grupie VIII-0, wyprzedzony przez szlachetny argon poprzedzającego szeregu (zarówno jak i przez szlachetny krypton szeregu następnego).

Widzimy to wyraźnie w podanym niżej odcinku tablicy periodycznej pierwiastków[x)] i rozumiemy teraz właściwe znaczenie tych przesunięć w całej ich doniosłości.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII a	VIII b	VIII c	O
3 okres	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl				18 A
4 okres	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	
	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br				36 Kr

Znaleźliśmy się teraz w obliczu triad, charakteryzujących VIII grupę pierwszych szeregów wielkich okresów. W związku z poprzednimi wywodami postaramy się zrozumieć ich zjawienie się, jako konieczność, wypływającą z owego przejścia pierwiastków na inną skalę przy skandzie (i odpowiednio do tego przy itrze i lantanie w następnych okresach), jako

---

x) Por. E.N. da C. Andrade. The structure of the atom. London 1927, str. 426.

konieczność,wynikającą z owego "potknięcia się" skandu,które go kosztowało pół kroku jakości (wartościowości) i zdecydowało o tym,że szereg pierwszy 4-go okresu po pięciu jeszcze krokach zjawia się w grupie końcowej w osobie swego przdstawiciela - żelaza - nie osiągając miejsca argonu,mety,zdobytej przez szereg krótki w pięciu odstępach, licząc od grupy III-ej.

W ten sposób szereg pierwszy 4-go okresu nie osiągnął w żelazie swego koniecznego punktu dojścia,swej granicy naturalnej. Kres bowiem szeregu chemicznego wyznaczony jest - jak to wskazują okresy małe,jednoszeregowe - przez element,znajdujący się w odległości 8-iu całych odstępów (kroków) od elementu początkowego (grupy 0-wej). Natomiast rozpatrywany przez nas szereg,poczynając od argonu,uczynił do żelaza tylko 7½ kroków,a więc granicy szeregu chemicznego nie osiągnął,pozostał niezakończonym. Ażeby dojść do granicy,musi uczynić jeszcze pół kroku i czyni to też,osiągając swą granicę naturalną w kobalcie[x)]. Że istotnie kobalt jest tym elementem granicznym,zamykającym szereg pierwszy 3-go okresu,widać z tego,że pełni on rolę analogiczną do neonu i argonu - które zamykają szeregi (okresy) poprzednie - pod tym względem,iż podobnie jak te pierwiastki jest środkiem symetrii biegunowej między dwoma następującymi po sobie szeregami. Otóż ten charakter środka symetrii biegunowej,nieodłączny od elementu zamykającego szereg chemiczny,wchodzi teraz w grę i powoduje zjawienie się trzeciego pierwiastka w grupie VIII-ej. Musi to być - w imię właśnie wspomnianej biegunowości - element biegunowy względem żelaza,element więc,który,podobnie jak żelazo,znajdować się będzie pozą obrębem grup I - VII; do grupy I-ej należeć może dopiero element biegunowy względem manganu - miedź.

W ten sposób zrozumieliśmy zjawienie się zagadkowych triad w grupie VIII-ej. Okazuje się ono koniecznością nieodpartą,wynikającą z utraty ½ odległości międzygrupowej przy skandzie,o ile tylko ma być utrzymana nadal w mocy uprzednio wyznaczona natura szeregu chemicznego. Wynikające z tego zakłócenia czystej diatoniczności niedosiągnięcie granicy szeregu przy żelazie prowadzi do przedłużenia szeregu o ½ kroku, aż do osiągnięcia tej granicy (kobalt),po czym znów z fatalną koniecznością następuje dalszy,biegunowy względem poprzedniego interwał półkroku[xx)],dający w rezultacie nikiel - ogółem 3 pierwiastki zamiast je-

---

x) Nie uwydatnia tego powyższa tabliczka.
xx) Te 2 półkrokowe interwały dadzą się,być może,zrozumieć jako wypadkowe dwóch interwałów: 1) jednego,spowodowanego dołączeniem się elektronu wartościowości (+1 interwał) i 2) drugiego,wywołanego przez zachodzący na odcinku żelazo-miedź przerzut elektronów warstwy ostatniej do przedostatniej (-½interwału w każdym z dwóch przerzutów).

dnego w przejściowej grupie VIII - O. O ile żelazo było elementem niedosięgającym granicy szeregu, elementem eliptycznym, o tyle nikiel granicę tę już przesięga, jest elementem hiperbolicznym, właściwie nie należy już do 1-go szeregu dużego okresu[x)].

Ten szereg drugi okresu czwartego rozwija się pozornie ściśle diatonicznie wzorem szeregów, tworzących krótkie okresy. Już ta jedna okoliczność, że elementy pierwszych grup tego szeregu nie są analogiczne do odpowiednich elementów szeregów krótkich, wskazuje, że budowa drugich szeregów w dużych okresach jest bardziej, niżby się wydawało, skomplikowana i nie ściśle diatoniczna (temperowana). I tak też jest w istocie rzeczy. Albowiem cały szereg drugi jest już u swej podstawy tknięty półjakościową odległością, jaka dzieli nikiel od kobaltu i która sprawia, że nikiel jest o pół odległości wysunięty poza argon, tak że następujące po nim w normalnej odległości miedź itd. wyprzedzają również o pół odległości odpowiednie pierwiastki poprzedzających szeregów. Wobec tego zaś że szereg drugi dużych okresów jest - jak wiemy - biegunowy względem pierwszego, więc musi w nim zachodzić jeszcze jedna odległość zmniejszona (biegunowa względem tej, która istnieje między Ca i Sc) - przypada ona na odstęp między arsenem i selenem[xx)]. Ten półkrok jakościowy nie może jednak wpłynąć już zasadniczo na cofnięcie dalszych elementów drugiego szeregu i zrównanie ich z elementami szeregu pierwszego, a to wobec tego że wysunięcie się naprzód elementów drugiego szeregu w porównaniu z pierwszym nasiliło się jeszcze na wysokości grupy III-ej wobec znanego zapóźnienia się skandu (por. tablicę periodyczną w końcu pracy). W ten sposób przesunięcie się naprzód elementów drugiego szeregu w porównaniu z odpowiednimi elementami szeregu pierwszego ciągnąć się będzie poprzez cały szereg drugi, wyrażając się w nieanalogiczności elementów, należących w obrębie dużego okresu do różnych szeregów tej samej grupy, nieanalogiczności, stanowiącej właśnie o tym, że szereg drugi nie przedstawia okresu nowego, lecz tylko dalszy ciąg okresu, niezakończonego w szeregu pierwszym. Natomiast, to zjawienie się półjakościowej odległości na wysokości arsenu (biegunu skandu), cofają-

---

x) Na zasadzie powyższego nikiel umieszczamy przed grupą I drugiego szeregu, w drugiej części grupy zerowej. Tego rodzaju lokalizacja niklu jest w zgodzie z jego charakterem, przypominającym gazy szlachetne pod tym względem, że jony pierwiastków po nim następujących przybierają w swych obwodach elektronowych konfigurację niklu, a więc zachowują się względem niego tak, jak gdyby to był gaz szlachetny (por. W. Kossel. Valenzkräfte und Röntgenspektren - 2 wyd. 1924, str. 83).

xx) Elektronowa natura tego półodstępu na zasadzie tego, co wiemy dziś o rozmieszczeniu elektronów wartościowości w atomie arsenu i selenu, nie jest jasna.

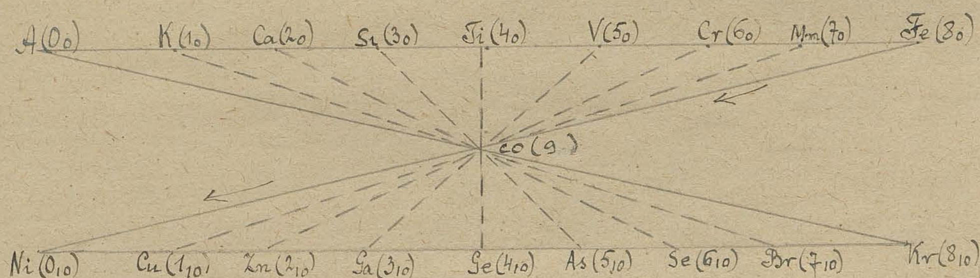
ce o pół-kroku ostatnie elementy okresu dużego,wyrównywa je z odnośnymi elementami małych okresów i przywraca analogiczność do nich,zburzoną w zasadzie przesunięciem skandu (por. tablicę w końcu pracy).

W ten sposób zrozumienie zakłócenia,które zaszło przy skandzie, w myśl analogii akustycznej,jako wdania się półtonowego (półjakościowego,półwartościowego) interwału,i wynikające stąd takie same zrozumienie odstępu między żelazem i kobaltem stawia przed nami szereg pierwszy dużego okresu,jako realizację gamy naturalnej z jej dwoma półtonowymi odległościami,przy czym półodległości w gamie chemicznej przypadają na te same miejsca,jakie półtony zajmują w gamie akustycznej,mianowicie na odstęp między trzecim a czwartym elementem oraz między przedostatnim i ostatnim. Ten szereg pierwszy dużego okresu zaczyna się akordem dur (A - Ca - Ti) i kończy się takim samym akordem (V - Mn - Co),gdy natomiast szereg drugi,względem pierwszego biegunowy,zaczyna się i kończy akordami moll (Co - Cu - Ga, Ge - Se - Kr). To zrozumienie przesunięcia przy skandzie,jako wdanie się półodległości jakościowej,pozwala więc nam równocześnie zrozumieć dwie pozostałe osobliwości okresu czwartego (podobnie 5-go i 6-go),mianowicie: triady grupy VIII oraz nieanalogiczność dwóch jego szeregów,z której właśnie wynika dwuszeregowość (wielkość) tego okresu.

A teraz wróćmy jeszcze do kwestii triad przejściowych. Jak widzieliśmy,ostatni element triady przesięga już poza granicę naturalną szeregu pierwszego i należy już do szeregu drugiego. Otóż,jak się ta sprawa przejścia od jednego szeregu do drugiego przedstawia w okresach krótkich? I tam w istocie rzeczy przejście takie zachodzi,tylko że element kończący jeden szereg (element grupy VIII) jest równocześnie początkiem drugiego (elementem grupy O-wej),np. neon kończy szereg drugi układu periodycznego,a równocześnie zaczyna szereg trzeci,występując jako jego element substratowy. Ta właśnie okoliczność,że w końcu jednego szeregu i na początku drugiego mamy tu ten sam element,czyni zbędnym powiązanie tych pseudo-dwóch elementów przez trzeci (właściwie przejściowy). Inaczej natomiast przedstawia się sprawa w szeregach tworzących okres duży. Tutaj element,zajmujący miejsce przed grupą pierwszą drugiego szeregu okresu nie jest już identyczny z elementem,zajmującym miejsce bezpośrednio po grupie VII-ej szeregu pierwszego i dlatego też między nimi widzimy trzeci jeszcze element,element łączący te dwa biegunowe elementy,element właściwie przejściowy. Te trzy elementy triady w granicznej grupie O-VIII przedstawiają analogię do elementu nieskończonego,który możemy przedstawić bądź w postaci prostej nieskończoności (ewentualnie w dwóch jej postaciach biegunowych,koincydujących z sobą:

$-\infty$ i $+\infty$),bądź też w postaci trójkowej: $-\infty$,(∞), $+\infty$.. To ostatnie właśnie przejście przez nieskończoność widzimy w triadach grupy VIII, np. w triadzie: żelazo,kobalt,nikiel,przy czym trzy jej elementy są wyraźnie różne od siebie.

Ażeby lepiej jeszcze zorientować się co do stanowiska elementu środkowego triady,rozpatrzmy dwa szeregi okresu 4-go,uwzględniając ich symetrię biegunową ze względu na ten właśnie element środkowy (kobalt), przy czym pierwszy element triady zaliczony będzie do szeregu pierwszego,trzeci zaś do drugiego,przesunięcie zaś elementów szeregu drugiego względem elementów szeregu pierwszego uwzględnione tu już nie będzie. Elementom układu przyporządkujemy nie ich liczby porządkowe (właściwie określające),lecz - dla większej przejrzystości - ich liczby porządkowe (określające) mniej liczbę ich wspólnego substratu (argon = A = 18),a więc liczby,dające ich współrzędne jakościowe,które dla pierwiastków tej samej grupy przedstawią się w postaci x = xo (= wartościowość) i 10 + x = X_{10} ,a które dodane do współrzędnej substratowej dadzą liczbę określającą (wzgl. porządkową) pierwiastka (por. koniec rozdz.III). Okres duży przedstawia się nam nie w postaci liniowej,jednowymiarowej (jak okres mały),lecz płaszczyznowej,dwuwymiarowej,przy czym jego płaszczyzna jest właśnie obrazem owego wspólnego substratu (A = 18),owej wspólnej współrzędnej substratowej,która różnicuje się w sposób tak wieloraki (od 18 + 0 = A do 18 + 18 = Kr[x]). Przedstawiamy okres 4-ty w powyżej opisanym układzie:



Elementy biegunowe przedstawiają jakości dopełniające się do 18, wzgl. do 8 (jeżeli mowa o wartościowościach),np. Cr (6_0) i Zn (2_{10}). Elementy te na rysunku są połączone liniami prostymi,z których wyróżniają się dwie przekątne graniczne: A (0_0) - Kr (8_{10}) i Fe (8_0) - Ni (0_{10}). Wszystkie te proste przecinają się w jednym punkcie,punkcie sy-

---

x) Natomiast wspólny substrat (wspólna współrzędna substratowa) pierwiastków okresu małego będzie zobrazowana przez linię,na której znajdują się punkty - pierwiastki,np.

Ne = 10 substrat — Ne(0) Na(1) Mg(2) Al(3) Si(4) P(5) S(6) Cl(7) A(8)

metrii biegunowej okresu,od którego,jako od ich średniej arytmetycznej,elementy biegunowe są jednakowo odległe. Tym punktem,jak wiemy, jest miejsce kobaltu (Co = 27),którego współrzędna jakościowa wynosi 9 = (8 + 1 = 10 - 1 = 4 + 5 = 45). W ten sposób określiło się miejsce środkowego elementu triady i wybitnie przejściowe położenie samej triady,jako linii łączącej dwa szeregi okresu,linii przejścia od jednego szeregu do drugiego. Środek tej linii zajmuje kobalt na wysokości grupy IV[x],kobalt - właściwy element przejściowy i środek biegunowej symetrii okresu. Mamy zupełne prawo uważać,że szereg pierwszy kończy się dopiero kobaltem i odpowiednio do tego że kobaltem się już rozpoczyna szereg drugi dużego okresu. W tej roli elementu kończącego i rozpoczynającego szereg zajmuje on miejsce na przekątnej A - Kr,łączącej właśnie elementy kończące i równocześnie rozpoczynające szeregi chemiczne.

Jeżeli teraz weźmiemy pod uwagę ujawnioną tu naturę triad grupy VIII-ej,nacisk położony na przesunięcia elementów względem siebie oraz dawniej wyłożoną koncepcję liczby,określającej pierwiastek chemiczny według dwóch współrzędnych: substratowej (okresowej) i jakościowej,to tablica periodyczna pierwiastków chemicznych przedstawi się nam w poniższej postaci(patrz str.27).

---

[x] Grupa IV-ta jest również grupą przejściową; elementy grupy IV-ej są w małych okresach elementami symetrii biegunowej.

Grupa →	0 – VIII		I		II		III		IV			V		VI		VII		VIII – 0	
Współrz. jakościowe[x)] →	0_0	0_{10}	1_0	1_{10}	2_0	2_{10}	3_0	3_{10}	4_0	4_0 xx) / 4_5 xx)	4_{10}	5_0	5_{10}	6_0	6_0 xx) / 6_{10} xx)	7_0	7_0 xx) / 7_{10} xx)	8_0	8_0 x) / 8_{10} x)
Nº okresu	Współrz. okresowe																		
1	0 –		1H																
2	2 He		3Li		4Be		5B			6C		7N			8O		9F		[10Ne]
3	10 Ne		11Na		12Mg		13Al			14Si		15P			16S		17Cl		[18A]
4	18 A		19K		20Ca		21Sc		22Ti			23V		24Cr		25Mn		26Fe	
		28Ni		29Cu		30Zn		31Ga		27Co	32Ge		33As		34Se		35Br		[36Kr]
5	36 Kr		37Rb		38Sr		39Y		40Zr			41Nb		42Mo		43Ma		44Ru	
		46Pd		47Ag		48Cd		49In		45Rh	50Sn		51Sb		52Te		53J		[54Xe]
6	54 Xe		55Cs		56Ba		57La □) + $\sum_1^{14}$ La-idów		58_{14}Hf			59_{14}Ta		60_{14}W		61_{14}Re		62_{14}Os	
		64_{14}Pt		65_{14}Au		66_{18}Hg		67_{18}Tl		63_{14}Ir	68_{14}Pb		69_{14}Bi		70_{14}Po		71_{14}		[72_{14}Rn]
7	72_{14}Rn		73_{14}		74_{14}Ra		75_{14}Ac		76_{14}Th			77_{14}Pa		78_{14}U					

□) Ziemie rzadkie: La + $\sum_1^{14}$ Lantanidów:

57 La	57_1 Ce	57_2 Pr	57_3 Nd	57_4 Il	57_5 Sm	57_6 Eu	57_7 Gd
57_8 Tb	57_9 Dy	57_{10} Ho	57_{11} Er	57_{12} Tm	57_{13} Yb	57_{14} Lu	

x) Współrzędne jakościowe przedstawiają liczbę elektronów, „zewnętrznie" dołączających się do elektronowego obwodu gazów szlachetnych (współrzędnych okresowych, substratowych), przy czym liczba np. $1_{10} = 1 + 10 = 11$. Współrzędne jakościowe, opatrzone indeksem 0 (np. $1_0 = 1$), są identyczne z wartościowością typową pierwiastka. Współrzędna okresowa (boczna) + współrzędna jakościowa (górna) = liczbie określającej pierwiastka.

xx) Górna liczba dotyczy pierwiastków drugiego i trzeciego szeregu, dolna zaś – pierwiastków okresów dalszych.

xxx) Aż do lantanu (57) włącznie liczba porządkowa jest identyczna z liczbą określającą. Poczynając od hafnium (58) aż do końca tablicy dla otrzymania liczby porządkowej pierwiastka należy dodać 14 do jego liczby określającej. Liczbę pierwiastka np. hafnium możemy pisać w ten sposób: 58_{14}, gdzie główna liczba będzie jego liczbą określającą (58), zaś po dodaniu do niej liczby indeksowej da liczbę porządkową pierwiastka (58 + 14 = 72).

- 27 -

str. 27

 na I egz. dodane ołówkiem: Czy jednak liczba porządkowa nie jest odpowiedn. wysokości. Wzrasta ona nieprzerwanie tak, jak wysokość dźwięków niezal. od oktaw.

Możemy zreasumować krótko wyłożoną powyżej teorię akustyczną układu periodycznego pierwiastków chemicznych w ten sposób:

1) Wprowadzona przez nas "liczba określająca" ("determinująca") pierwiastka jest odpowiednikiem "wysokości" w dziedzinie tonów i - podobnie jak ta wysokość - przedstawia całość,na którą składają się dwie współrzędne: współrzędna okresowa i współrzędna jakościowa. Są to podstawowe współrzędne chemiczne: ich suma daje liczbę określającą. Do lantanu włącznie (57) liczba określająca koincyduje z liczbą porządkową,w odcinku lantanidów liczby się te rozchodzą,tak że od hafnium aż do końca tablicy dla otrzymania liczby porządkowej pierwiastka należy dodać 14 do jego liczby określającej.

2) Szereg chemiczny (wraz z elementem zamykającym go) przedstawia 8 całych odstępów (od 0 do VIII),podczas gdy naturalna gama muzyczna przedstawia odstęp 6-ciu tylko całych tonów. Na różnicę tę składają się dwie przyczyny: 1) nieobecność w oktawie muzycznej środkowego elementu,którego wysokość wyrażałaby się - wobec geometrycznego charakteru symetrii akustycznej - liczbą niewymierną (arytmetyczna zaś symetria układu chemicznego dopuszcza ten element) i 2) półtonowość dwóch odstępów w gamie naturalnej: między trzecim i czwartym elementem oraz między przedostatnim i ostatnim.

3) Małe okresy chemiczne przedstawiają te 8 całych odstępów w postaci gamy nie naturalnej,lecz temperowanej. Natomiast szereg pierwszy dużych okresów realizuje już owe 8 całych odstępów w postaci gamy naturalnej z dwiema półtonowymi odległościami między trzecim i czwartym elementem oraz między przedostatnim i ostatnim. To przejście ze skali temperowanej na skalę naturalną wyraża się w przesunięciach elementów pierwszego szeregu dużych okresów (poczynając od grupy III) względem odpowiednich elementów okresów małych,wywołanę zaś jest odmiennym sposobem dołączania się elektronu wartościowości. Stąd również zwiększenie się liczby elementów w 1-ym szeregu dużych okresów do 10-ciu i zjawienie się triad (ostatnim elementem pierwszego szeregu jest element środkowy triady,który jest równocześnie pierwszym elementem drugiego szeregu).

4) Wobec stosunku biegunowej symetrii,jaki łączy szeregi wchodzące w skład dużych okresów,dwie półtonowe (półjakościowe) odległości odnajdą się również w drugim szeregu dużych okresów,który również powiększy liczbę elementów do 10-ciu,realizując 8 całych odstępów. Ta okoliczność,że szereg drugi (wobec biegunowej symetrii,łączącej go z szeregiem pierwszym) zaczyna się półjakościowym odstępem i o odstęp ten wyprzedza szereg pierwszy dużego okresu,prowadzi do nieanalogiczności elementów tych dwóch szeregów,a więc do tego,że nie stanowią one właśnie same w sobie zamkniętych okresów. Tu właśnie leży przyczyna pojawienia się

dużych okresów. Wdanie się drugiego półjakościowego odstępu w drugim szeregu dużych okresów objaśnia nam przywrócenie analogii ostatnich elementów tego szeregu z odpowiednimi elementami szeregów małych.

5) W grupie III-ciej pierwszego szeregu 6-go okresu zjawia się oprócz lantanu (57) jeszcze 14 pierwiastków pochodnych od lantanu. Posiadają one różne liczby porządkowe,lecz tę samą liczbę określającą ("wysokość"). Mamy tu w dziedzinie chemicznej zjawisko najzupełniej analogiczne do tego,jakbyśmy w dziedzinie akustycznej przyłączyli do danego dźwięku prostego szereg dźwięków tej samej co on wysokości,lecz wzbogaconych nadtonami. W obydwóch dziedzinach mamy tu do czynienia z tą samą "wewnętrzną" syntezą,która wzbogaca przedmiot,nie zmieniając jednak jego podstawowej konstytucji. W ten sposób zrozumiana natura lantanidów stawia je poza szeregiem pierwiastków "prostych" i równocześnie,wskazując granice znaczenia liczby porządkowej w układzie periodycznym pierwiastków,domaga się jej uzupełnienia przez liczbę określającą.

Wolna Wszechnica Polska.
Luty 1932